

②

## Best Available Copy

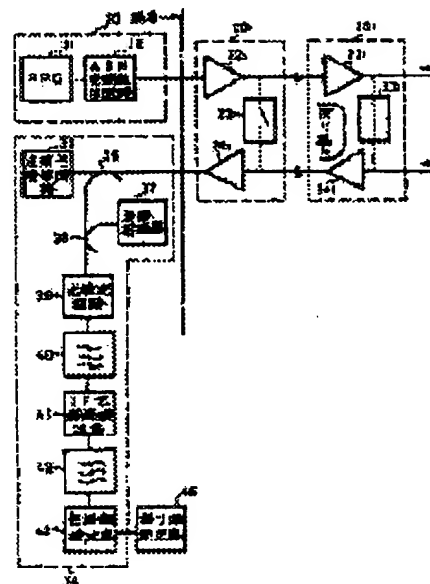
## FAULT BLOCK LOCATION SYSTEM

**Patent number:** JP4298131  
**Publication date:** 1992-10-21  
**Inventor:** IMAI TAKAMASA; others: 03  
**Applicant:** NIPPON TELEGR & TELEPH CORP ; others: 02  
**Classification:**  
 - international: H04B17/02; H04B9/00; H04J3/12; H04L1/00; H04L25/02; H04L27/02  
 - european:  
**Application number:** JP19910087709 19910326  
**Priority number(s):**

## Abstract of JP4298131

**PURPOSE:** To measure an error ratio even when noise of a received optical signal is large by sending a signal whose speed is less than a transmission bit rate of a main signal is an error check pattern signal and measuring the error ratio through the loopback reception.

**CONSTITUTION:** A terminal station side transmitter 30 conducting a test is provided with a pulse pattern generator 31 whose bit rate is lower than a transmission bit rate of a main signal and an ASK modulation transmission circuit 32 applying ASK modulation to the output pattern and sending the result. A terminal station side receiver 34 is provided with an optical coupler 36 extracting part of a reception optical signal and a detection circuit or the like in addition to a main signal reception circuit 35 and demodulates and decodes a pulse pattern received by the transmitter 30. Then the output is inputted to an error ratio measurement device 46 measuring an error ratio of a pulse pattern of an error check signal whose bit rate lower than the bit rate of the main signal is extracted to measure the error ratio. Thus, the information bit rate is lowered and the band of the filter of a demodulator is made narrow to reduce noise and the error ratio measurement is easily realized.



Partial English Translation of  
Japanese Patent Laying-Open No. 4-298131

(omitted)

[Means for Solving the Problems]

The present invention is characterized in that, in order to locate a section where failure has occurred, an error detection pattern with a lower information transmission speed is transmitted when a main signal is transmitted, to determine an error rate.

In a system of locating a failure section according to the present invention, a pair of terminal stations connected with a transmission path to each other and a plurality of repeaters arranged between the terminal stations are provided. One terminal station includes means for generating a fixed pattern or a pseudo-random pattern for error detection, means for modulating a transmission signal with the generated error detection pattern to emit the modulated transmission signal to the transmission path, means for demodulating the error detection pattern upon receiving a signal of the error detection pattern returned by a designated repeater, and means for determining an error rate of the demodulated error detection pattern. In the system of locating a failure section, means for returning and connecting the signal of the error detection pattern to the repeater, in response to an instruction from one terminal station, is further included. One terminal station includes means for generating an error detection pattern of a transmission bit rate not larger than that of the main signal to be transmitted. The means for demodulating the error detection pattern includes a filter of a bandwidth narrower than that of the main signal demodulating means.

In addition, one terminal station includes means for generating an error detection pattern of a transmission bit rate not larger than that of the main signal to be transmitted, and multiplexing means for subjecting the error detection pattern to time-division multiplexing with another signal. The means for demodulating the error detection pattern includes a filter of

a bandwidth narrower than that of the main signal demodulating means, and means for demultiplexing the error detection pattern multiplexed with another signal to output the demultiplexed pattern to the means for determining the error rate.

One terminal station includes means for emitting, as an error detection pattern signal, an error detection pattern signal to which an error correction code is added. The means for determining the error rate serves as means for determining the error rate of the error detection pattern signal of which error has been corrected.

In addition, one terminal station includes means for generating, as the error detection pattern signal, an error detection pattern signal of the error correction code, and means for multiplexing the error detection pattern signal and another signal to emit the multiplexed signal to the transmission path. The means for demodulating the error detection pattern signal includes means for demultiplexing the error detection pattern signal multiplexed with another signal to output the demultiplexed signal to the means for determining the error rate. The means for determining the error rate serves as means for determining an error rate of the error detection pattern signal of which error has been corrected.

(omitted)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 伝送路で接続された一対の端局とこの端局間に配置された複数の中継器とを含み、上記一方の端局には、誤り検出用の固定ボタンまたは擬似ランダムボタンを発生する手段と、この発生した誤り検出用ボタンにより伝送信号を変調して上記伝送路に送出する手段と、指定された中継器で折り返されてきた上記誤り検出用ボタンの信号を受信して誤り検出用ボタンを復調する手段と、この復調された誤り検出用ボタンの誤り率を測定する手段とを含み、上記中継器に、上記一方の端局からの指令により上記誤り検出用ボタンの信号を折り返し接続する手段を含む障害区間検定方式において、上記一方の端局には、送信する主信号の伝送ビットレート以下の伝送ビットレートの誤り検出用ボタンを発生する手段を備え、上記誤り検出用ボタンを復調する手段は、主信号の復調手段より狭帯域のフィルタを含むことを特徴とする障害区間検定方式。

【請求項2】 伝送路で接続された一対の端局とこの端局間に配置された複数の中継器とを含み、上記一方の端局には、誤り検出用の固定ボタンまたは擬似ランダムボタンを発生する手段と、この発生した誤り検出用ボタンにより伝送信号を変調して上記伝送路に送出する手段と、指定された中継器で折り返されてきた上記誤り検出用ボタンの信号を受信して誤り検出用ボタンを復調する手段と、この復調された誤り検出用ボタンの誤り率を測定する手段とを含み、各中継器に、上記一方の端局からの指令により上記誤り検出用ボタンの信号を折り返し接続する手段を含む障害区間検定方式において、上記一方の端局には、送信する主信号の伝送ビットレート以下の伝送ビットレートの誤り検出用ボタンを発生する手段と、この誤り検出用ボタンを他の信号と時分割多重する多重化手段とを備え、上記誤り検出用ボタンを復調する手段は、主信号の復調手段より狭帯域のフィルタと、他の信号とともに多重化された誤り検出用ボタンを多重分離して上記誤り率測定する手段に出力する手段とを含むことを特徴とする障害区間検定方式。

【請求項3】 伝送路で接続された一対の端局とこの端局間に配置された複数の中継器とを含み、上記一方の端局には、誤り検出用の固定ボタンまたは擬似ランダムボタンを発生する手段と、この発生した誤り検出用ボタンにより伝送信号を変調して上記伝送路に送出する手段と、指定された中継器で折り返されてきた上記誤り検出用ボタンの信号を受信して誤り検出用ボタンを復調する手段と、この復調された誤り検出用ボタンの誤り率を測定する手段とを含み、各中継器に、上記一方の端局からの指令により上記誤り検出用ボタンの信号を折り返し接続する手段を含む障害区間検定方式において、上記一方の端局には、上記誤り検出用のボタン信号として誤り訂正符号が付加された誤り検出用ボタンの信号を送出する手段を備え、上記誤り率測定を行う手段は、誤り訂正さ

れた誤り検出用ボタンの信号の誤り率を測定する手段であることを特徴とする障害区間検定方式。

【請求項4】 伝送路で接続された一対の端局とこの端局間に配置された複数の中継器とを含み、上記一方の端局には、誤り検出用の固定ボタンまたは擬似ランダムボタンを発生する手段と、この手段の発生した誤り検出用ボタンにより伝送信号を変調して上記伝送路に送出する手段と、指定された中継器で折り返されてきた上記誤り検出用ボタンの信号を受信して誤り検出用ボタンを復調する手段と、この復調された誤り検出用ボタンの誤り率を測定する手段とを含み、各中継器に、上記一方の端局からの指令により上記誤り検出用ボタンの信号を折り返し接続する手段を含む障害区間検定方式において、上記一方の端局には、上記誤り検出用ボタンの信号として誤り訂正符号の誤り検出用ボタンの信号を発生する手段と、この誤り検出用ボタンの信号と他の信号とを多重化して伝送路に送出する手段とを含み、上記誤り検出用ボタンの信号を復調する手段は、他の信号とともに多重化された誤り検出用ボタンの信号を多重分離して上記誤り率を測定する手段に出力する手段を含み、上記誤り率を測定する手段は、誤り訂正された誤り検出用ボタンの信号の誤り率を測定する手段であることを特徴とする障害区間検定方式。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、3 R機能（等化増幅、識別再生 タイミング識別再生）を有しない中継器を用いる光中継伝送方式での障害区間検定方式に関する。

【0002】

【従来の技術】 中継伝送系において障害区間検定を行う場合、従来図5に示すように端局の監視制御部分から各中継器20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>、・・・20<sub>n</sub>のそれぞれに対して、送信信号を折り返すためそのスイッチ23<sub>1</sub>、23<sub>2</sub>、・・・23<sub>n</sub>のオン、オフの制御を行った後、送信信号としてパルスボタン発生器11から主信号伝送と同じビットレートの擬似ランダムボタンを送信し、中継器20<sub>1</sub>～20<sub>n</sub>で折り返されてきた受信信号の誤り率を誤り率測定器15によって測定することにより、障害区間の検定、すなわちどの区間の中継器あるいは伝送路に特性劣化が生じているかの判断を行っていた。

【0003】 このような従来の技術は、従来用いられてきた再生中継伝送系では十分な機能を果たしていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、今後高ビットレート、長距離伝送において有望視されている光増幅中継器を用いた中継伝送システムなどの非再生中継器を用いるデジタル伝送系においては、中継器内の信号を折り返すと、非再生中継のため各中継器内の雑音が累積され、中継器数が増大するにしたがって、送信信号の信号対雑音電力比（S/N）が劣化して、受信装置内での受

3

信信号の誤り率の劣化が生ずる。例えば障害区間検定では、通常の主信号伝送時に比べて図5に示すように最大2倍の中継器により中継伝送された後の信号の誤り率を測定することになる。このため、各中継器が正常な動作状態であったとしても、主信号伝送時により伝送品質の劣化した信号の誤り率を測定することが必要となる。これは正常な中継器を用いた中継伝送系について誤り率測定を行う場合でも同様で、主信号伝送された信号に比べ最長2倍の雑音量を有することになる。このように、従来の技術では、主信号伝送時によりさらに単位周波数あたりの雑音量の多い受信信号でも受信可能な受信装置や、誤りの大きな符号でも送信信号のフレームを検出して誤り率を測定できる高性能な誤り率測定器を必要とする問題がある。

【0005】本発明の目的は、この従来技術の課題を解決するもので、主信号伝送に用いる受信装置では正確な誤り率測定が困難あるいは不可能な伝送系においても容易に誤り率測定を行って伝送系の性能を評価できる障害区間検定方式を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、障害区間検定に主信号伝送時により低い情報伝送速度の誤り検出用パタンを送信して誤り率測定を行うことを特徴とする。

【0007】すなわち、本発明は、伝送路で接続された一対の端局とこの端局間に配置された複数の中継器とを含み、上記一方の端局には、誤り検出用の固定パタンまたは擬似ランダムパタンを発生する手段と、この発生した誤り検出用パタンにより伝送信号を変調して上記伝送路に送出する手段と、指定された中継器で折り返されてきた上記誤り検出用パタンの信号を受信して誤り検出用パタンを復調する手段と、この復調された誤り検出用パタンの誤り率を測定する手段とを含み、上記中継器に、上記一方の端局からの指令により上記誤り検出用パタンの信号を折り返し接続する手段を含んだ障害区間検定方式において、上記一方の端局には、送信する主信号の伝送ビットレート以下の伝送ビットレートの誤り検出用パタンを発生する手段を備え、上記誤り検出用パタンを復調する手段は、主信号の復調手段より狭帯域のフィルタを含むことを特徴とする。

【0008】また、一方の端局には、送信する主信号の伝送ビットレート以下の伝送ビットレートの誤り検出用パタンを発生する手段と、この誤り検出用パタンを他の信号と時分割多重する多重化手段とを備え、誤り検出用パタンを復調する手段は、主信号の復調手段より狭帯域のフィルタと、他の信号とともに多重化された誤り検出用パタンを多重分離して上記誤り率測定する手段に出力する手段とを含むことを特徴とする。

【0009】また、一方の端局には、上記誤り検出用のパタン信号として誤り訂正符号が付加された誤り検出用パタンの信号を送出する手段を備え、上記誤り率測定を

4

行う手段は、誤り訂正された誤り検出用パタンの信号の誤り率を測定する手段であることを特徴とする。

【0010】さらに、一方の端局には、上記誤り検出用パタンの信号として誤り訂正符号の誤り検出用パタンの信号を発生する手段と、この誤り検出用パタンの信号と他の信号とを多重化して伝送路に送出する手段とを含み、上記誤り検出用パタンの信号を復調する手段は、他の信号とともに多重化された誤り検出用パタンの信号を多重分離して上記誤り率を測定する手段に出力する手段を含み、上記誤り率を測定する手段は、誤り訂正された誤り検出用パタンの信号の誤り率を測定する手段であることを特徴とする。

【0011】

【作用】障害区間検定用の送信信号の伝送ビットレートを主信号伝送時により低くすることにより、受信装置において必要とする受信帯域は狭くなる。必要とする受信帯域の低減に応じて受信装置内に狭帯域のフィルタを用いると、フィルタ出力のS/Nを主信号復調に用いる復調器出力のS/Nより大きくすることができる。このようにS/Nが大きくなると、受信信号の復号に誤りが少なくなつて、正確な誤り率測定が可能となる。

【0012】また、伝送ビットレートを下げなくとも、情報伝送速度を下げ、誤り訂正符号を用いる場合においても、主信号復号時に比べて誤り訂正を行うため、誤り訂正された信号は、主信号伝送に用いる復調器あるいは復号器を用いた構成に比べて誤り率が小さくなり、正確な誤り率測定が容易に行なえる。

【0013】

【実施例】以下図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0014】図1は、本発明の第一実施例の構成を示すものであり、本実施例は、ASK伝送信号を用いた光中継伝送システムの障害区間検定に適用するものである。

【0015】その構成を説明する。試験を行う端局側送信装置30には、主信号伝送のビットレートより低いビットレートのパルスパタン発生器31を備え、このパルスパタン発生器31の出力パタンをASK変調して上り伝送路へ送信するASK変調送信回路32が設けられている。中継器20<sub>1</sub>～20<sub>n</sub>にはそれぞれ上り回線の光増幅器22<sub>1</sub>、22<sub>2</sub>、…22<sub>n</sub>、下り回線の光増幅器24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>、…24<sub>n</sub>を備えている。この光増幅器22、24としては例えばエルビウムファイバ光増幅器を用いる。試験を行う端局側受信装置34はASK変調信号の復調回路を備えており、中継器20から中継伝送された受信信号のうち主信号の受信復調を行う主信号受信回路35と、中継器20から折り返されてきた受信光信号の一部を取り出す光カップラ36と、復調用光信号を発振する局部発振器37と、この局部発振信号を光カップラ36で取り出した受信信号と結合する光カップラ38と、混合された光信号から中間周波数帯の信号を取り出す光検波回路39と、この光検波回路39

5

で取り出した中間周波数帯の信号を通過させ、主信号復調時より狭い帯域の帯域通過フィルタ40と、この帯域通過フィルタ40で濾波された中間周波数帯の信号の検波を行いベースバンド信号を取り出す中間周波数帯包絡線検波器41と、この包絡線検波器41で取り出したベースバンド信号を濾波する低域通過フィルタ42と、低域通過フィルタ42で濾波されたベースバンド信号を検波して送信装置30から送信したパルスボタンを復調復号する包絡線検波器43とを備えている。そして、この包絡線検波器43の出力は主信号伝送のビットレートより低いビットレートの抽出された誤り検出用信号のパルスボタンの誤り率を測定する誤り率測定器46に入力される。

【0016】次にこの第1実施例の動作を説明する。

【0017】パルスボタン発生器31は中継伝送システムが主信号伝送を行っている場合のビットレートの $x$ 倍( $0 < x < 1$ )のビットレートの符号を発生する。パルスボタン発生器31の出力はASK変調送信回路32に導かれてASK変調された信号が送信装置30より上り回線の伝送路に出力される。中継器20では、光増幅器22によって上り回線の伝送信号を中継増幅する。折り返しを行う中継器20<sub>1</sub>ではスイッチ23<sub>1</sub>によって障害区間標定用の信号を下り回線に折り返す。下り回線に折り返された信号は中継器20の下り回線用の光増幅器24によって中継増幅されて端局の受信装置34で受信され復調、復号される。

【0018】このとき、折り返されて受信された信号は光カップラ36によってその一部が取り出されヘテロダイン検波のための局部発振器37の出力する局部発振信号と光カップラ38で混合され、光検波回路39でヘテロダイン検波される。取り出された中間周波帯の信号は主信号の復調器に用いるフィルタより狭帯域の帯域通過フィルタ40で濾波され、中間周波数帯包絡線検波器41で検波されてベースバンド信号が取り出される。この取り出されたベースバンド信号は低域通過フィルタ42で濾波された後ベースバンドの包絡線検波器43によってパルスボタン発生器31が発生した障害標定用のパルスボタン(擬似ランダムボタン)が抽出される。この抽出されたパルスボタンは誤り率測定器46に入力されてその誤り率が測定される。折り返し接続を行う中継器20を順次変えていくことにより中継器および伝送路の状態を測定して障害区間を標定する。

【0019】ここで、本実施例の特徴は、主信号の復調器のフィルタより狭帯域の帯域通過フィルタ40が主信号復調器のフィルタと同様な位置に設けられているところにある。

【0020】この作用を説明する。このとき、図2に示すようにフィルタ出力の信号電力は、主信号復調器の出力と本実施例の復調器の出力電力は等しいが、雑音成分のフィルタ出力はフィルタ帯域が異なるため、主信号復調器の出力に比べて概ね $x$ 倍( $x < 1$ )に低減される。

6

このため、主信号の復調器に比べて、障害区間標定用信号の復調器の方が小さい誤り率となって、光折り返しのための中継数が増大して受信雑音が増大しても誤り率測定が容易となる。この実施例では、中間周波数の帯域通過フィルタ40の帯域を主信号の復調器のフィルタより狭帯域とする場合について示したが、光帯域のフィルタあるいはベースバンド帯域の低域通過フィルタ42の帯域を主信号の復調器に用いるものに比べて狭帯域化することによっても同様の効果を得ることができる。

10 【0021】本実施例では、障害区間標定用信号の変調方法としてASK変調で説明したがFSK、PSKおよびIM(Intensity Modulation 強度変調)変調信号を用いる場合も同様に適用できる。

【0022】次に本発明の第2実施例を図3を参照して説明する。この第2実施例は、誤り訂正符号を用いた障害区間標定用信号を送信して折り返し、受信した信号を復調するものである。本実施例では、誤り訂正符号として、同じ信号を五回連続して送りその多数決によって誤り訂正を行う多数決論理復号を行う誤り訂正方式を用いた例である。

20 【0023】この実施例では主信号の5分の1のビットレートのパルスボタンをパルスボタン発生器44で発生してASK変調送信回路32でASK変調を行って送信する。中継器20<sub>1</sub>において折り返されて伝送されてきた受信信号は光カップラ36によって取り出されて、局部発振器37、光カップラ38、光検波回路39、帯域通過フィルタ40、中間周波数帯包絡線検波器41、低域通過フィルタ42、包絡線検波器43から構成される復調回路で復調される。ここでこの復調回路は第1実施例とは違って主信号伝送に用いる復調回路と同じ構成であり、帯域通過フィルタ40の通過帯域も主信号の復調回路と同じ帯域幅である。この受信装置34の復調回路の出力は、伝送信号のフレーム同期をとり、5回の信号の多数決をとる多数決回路47に入力され、パルスボタン発生器44で出力した送信符号の復号を行う。この多数決回路47の結果を主信号伝送のビットレートの5分の1のビットレートで誤り測定を行う誤り率測定器48に入力して誤り測定を行う。

30 【0024】このとき、多数決を行う前の誤り率を $P$ とすると、多数決後の符号誤りは $P$ が1より十分小さいときは、ほぼ $10P^5$ になる。このため、誤り訂正符号を用いないときは $10^{-3}$ の誤りであるとき訂正後は $10^{-8}$ となるため、誤り率の測定が容易になり、障害区間の標定が容易となる。

40 【0025】次に本発明の第3実施例を図4を参照して説明する。この第3実施例は、多重化回路を用いた例である。送信装置にマルチプレクサ、受信装置にデマルチプレクサを備えて主信号伝送を行う伝送系が多く用いられている。このような場合、第1実施例あるいは第2実施例の端局のASK変調送信回路32の前にマルチプレクサ49、受信装置34の後にデマルチプレクサ50を含む構成

7

とすることにより、マルチプレクサ49あるいはデマルチプレクサ50と送受信回路の間の接続を外すことなく障害区間検定が可能となる。

【0026】すなわちこの第3実施例では、パルスボタン発生器51の後に、マルチプレクサ49が設けられる。また受信側では包絡線検波器43の後にデマルチプレクサ50が設けられる。ここでパルスボタン発生器51は、マルチプレクサ49の入力のビットレートで符号を発生する。

【0027】この実施例では誤り測定方法としてこのパルスボタン発生器51の出力する5個のデータの多数決をとる測定方法を用いているため、パルスボタン発生器51の出力は5分岐され、それぞれマルチプレクサ49の異なる入力端子に入力される。マルチプレクサ49で多重化された信号はASK変調送信回路32に入力され、伝送路にASK変調信号として送出される。中継器20で折り返された信号は、主信号と同じビットレートのASK信号の復調復号を行う受信装置34で復号されて、デマルチプレクサ50で5回伝送されたパルスボタン信号を抽出し、5個の多数決をとる多数決回路47に入力されて多数決がとられて誤り訂正が施される。この誤り訂正されたパルスボタンについて誤り率測定器48で誤り率測定がされる。5つの信号の多数決をとることにより誤り訂正がされ、実質的に雑音電力を低くすることになるため、第2実施例と同じく障害区間検定が容易となっている。

【0028】また、図4でマルチプレクサ49の入力からASK変調送信回路32の出力の間にスクランブル機能をもつものを用いた場合、パルスボタン発生器51の出力をマークのみなどの固定ボタンとしても、送信装置30の出力として擬似ランダムパターンを発生することが可能である。このため、受信装置34のデマルチプレクサ50により、パルスボタン発生器51が発生した符号を抽出したのち、スクランブラにより発生させた擬似ランダムパターンの誤り率を検出する測定器を誤り率測定器48として用いることにより、障害区間の検定が容易に行うことができる。このとき、パルスボタン発生器51として、単に固定パルスが発生する短絡回路を用いればよいから、その構成が簡単になる利点がある。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、情報ビットレートを低くし、かつ受信装置の復調装置内のフィ

8

ルタの帯域を狭くして雑音低減を行うことができ、また誤り訂正を行うことにより受信光信号の雑音量が大きい状態においても、通常の復調器または誤り率測定器で容易に誤り率測定が可能となる。これは光増幅器などを有する非再生中継器を用いた中継伝送システムの障害区間検定において、従来検定が困難であった中継数を多い場合の伝送系での障害区間検定を容易に行うことができ、その効果には大きいものがある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明第1実施例の障害区間検定方式の構成図。

【図2】 第1実施例の受信装置のフィルタ出力と主信号の復調の受信装置のフィルタ出力の周波数スペクトル。

【図3】 本発明の第2実施例の構成図。

【図4】 本発明の第3実施例の構成図。

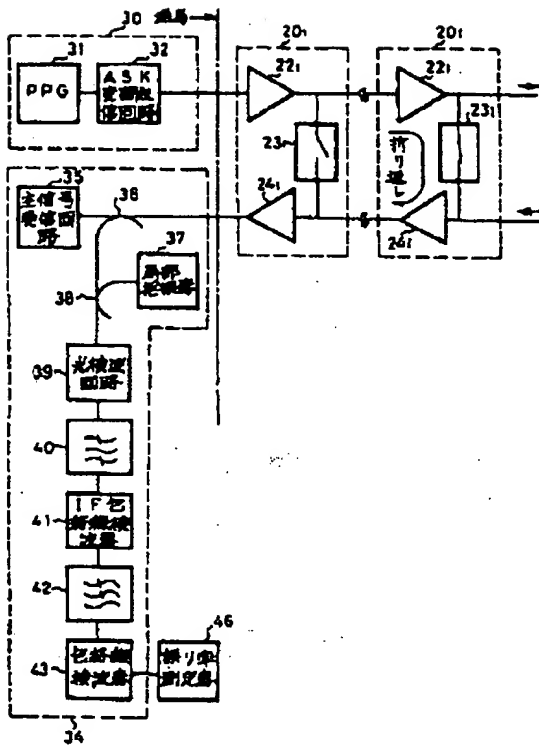
【図5】 従来の障害区間検定方式の構成図。

【符号の説明】

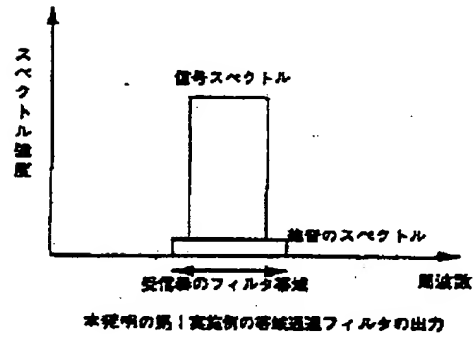
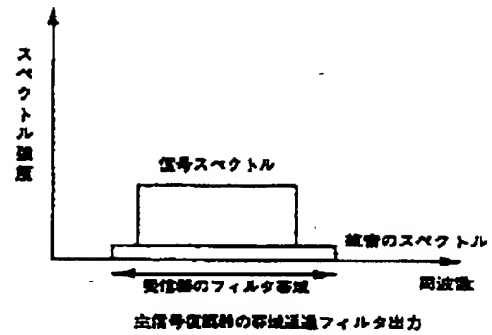
- 11、31、44、51 パルスボタン発生器
- 12 送信回路
- 14 受信回路
- 15、46、48 誤り率測定器
- 20 中継器
- 22、24 光増幅器
- 23 スイッチ
- 30 送信装置
- 32 ASK変調送信回路
- 34 受信装置
- 35 主信号受信回路
- 36、38 光カップラ
- 37 局部発振器
- 39 光検波回路
- 40 帯域通過フィルタ
- 41 中間周波数帯包絡線検波器
- 42 低域通過フィルタ
- 43 包絡線検波器
- 47 多数決回路
- 49 マルチプレクサ
- 50 デマルチプレクサ



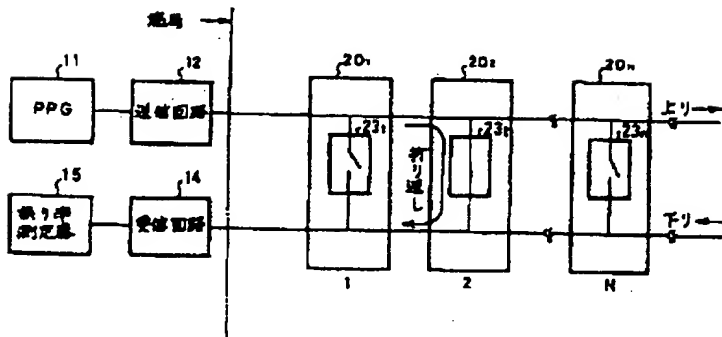
【図1】



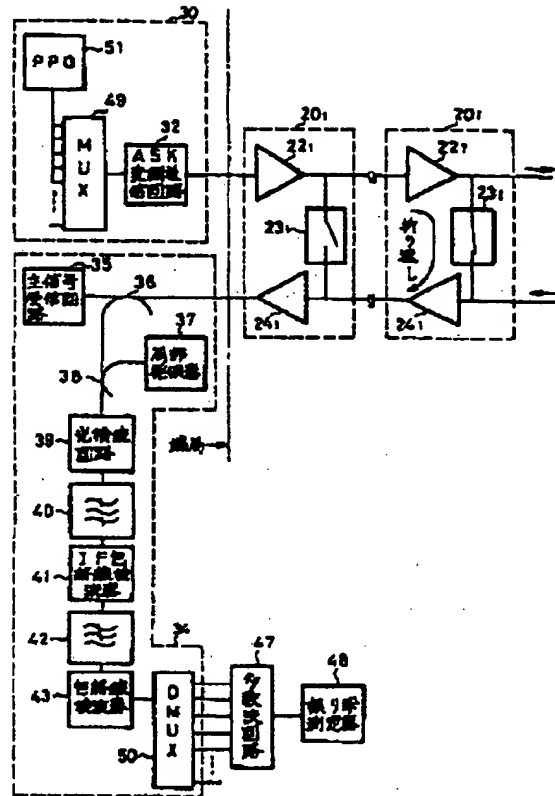
【図2】



【図5】



【例 4】



### 技術表示箇所

(72) 発明者 原 康  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72) 発明者 寿山 益夫  
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**